

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-227799
(P2002-227799A)

(43) 公開日 平成14年8月14日 (2002.8.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コード (参考)
F 0 4 F	5/18	F 0 4 F	5/18 3 H 0 7 9
	5/46		5/46 B 5 H 0 2 6
	5/48		5/48 C 5 H 0 2 7
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M	8/04 N
// H 0 1 M	8/10		8/10
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-26997 (P2001-26997)

(22) 出願日 平成13年2月2日 (2001.2.2)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 菅原 竜也

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 木崎 滋和

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

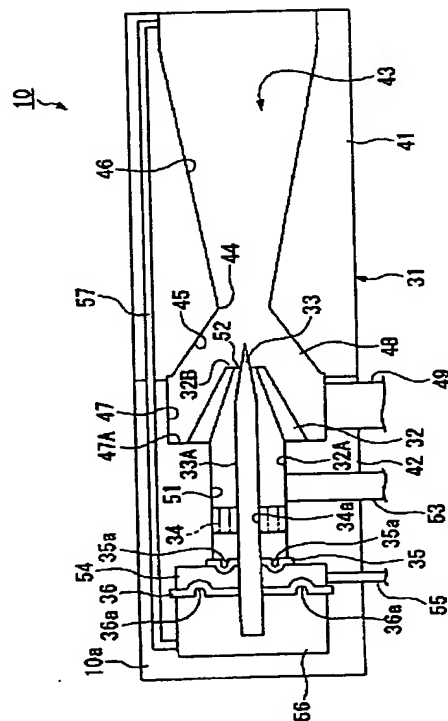
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変流量エゼクタおよび該可変流量エゼクタを備えた燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 電気的な制御を必要としない単純な構成で、所望の高精度の圧力流量制御を行う。

【解決手段】 可変流量エゼクタ10を、ノズル32とニードル33と第1及び第2ダイアフラム35、36とを備えて構成した。ノズル32の内部には、燃料供給部から燃料供給側圧力制御部を介して燃料が供給される流体通路51を設けた。流体通路51には、ノズル32と同軸の軸線方向に伸びるニードル33を挿入して軸線方向に摺動可能に保持した。流体通路51の上流端を第1ダイアフラム35により閉塞した。ニードル33の基端部には、互いに離間して配置された第1及び第2ダイアフラム35、36を接続固定した。第1及び第2ダイアフラム35、36と筐体10aとによって空気極圧導入室54を形成し、第2ダイアフラム36と筐体10aとによって燃料極圧導入室56を形成した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 筐体と、

先端と基端とにそれぞれ開口部を有し該先端の開口部から第 1 流体を噴射するノズルと、

該ノズルの中心軸線と同軸に設けられ、前記ノズルから噴射される前記第 1 流体の周囲に発生する負圧によって第 2 流体を吸引し、前記第 1 流体に合流させて送出するディフューザと、

前記ノズルの内部に前記中心軸線と同軸に挿入され、前記中心軸線に沿って変位可能に配置されたニードルと、
該筐体に周囲を係止されて前記ノズルの基端の開口部を閉塞すると共に、前記ニードルに接続されて前記中心軸線に沿った方向に移動可能とされた第 1 ダイアフラムと、

前記第 1 ダイアフラムから離間して配置されて前記筐体に周囲を係止されると共に、前記ニードルに接続されて前記中心軸線に沿った方向に移動可能とされた第 2 ダイアフラムと、

前記第 1 及び第 2 ダイアフラムと前記筐体とによって形成され、前記第 1 ダイアフラムを介して、前記第 1 流体が供給される前記ノズルの内部と隣接して配置され、内部に第 3 流体が供給される第 3 流体室と、

第 2 ダイアフラムと前記筐体とによって形成され、前記第 2 ダイアフラムを介して、前記第 3 流体が供給される第 3 流体室と隣接して配置され、内部に第 4 流体が供給される第 4 流体室とを備え、

前記ニードルは、前記第 1 流体および前記第 3 流体および前記第 4 流体の圧力に応じて移動する前記第 1 および第 2 ダイアフラムによって、前記中心軸線に沿った方向に変位することで、前記先端の開口部と前記ニードルとの間の間隙の面積を変更することを特徴とする可変流量エゼクタ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の可変流量エゼクタを備えた燃料電池システムであって、

前記第 1 流体は、燃料供給手段から燃料電池のアノードに向かい供給される燃料であり、

前記第 2 流体は、前記燃料電池から排出される排出燃料であることを特徴とする可変流量エゼクタを備えた燃料電池システム。

【請求項 3】 前記第 3 流体は、酸化剤供給手段から前記燃料電池のカソードに供給される酸化剤であり、
前記第 4 流体は、前記ディフューザから送出される前記第 1 流体および前記第 2 流体の混合流体であることを特徴とする請求項 2 に記載の可変流量エゼクタを備えた燃料電池システム。

【請求項 4】 前記燃料供給手段は、前記酸化剤の圧力値に所定値を加算して得られる圧力値によって前記燃料を供給しており、

前記第 1 ダイアフラムと前記第 2 ダイアフラムとの面積比は、前記所定値と、前記燃料電池の前記アノードと前

記カソードとの間の極間差圧の値とに基づいて設定されることを特徴とする請求項 3 に記載の可変流量エゼクタを備えた燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば燃料電池等に備えられ、燃料電池から排出される排出燃料を新たに供給される燃料と混合して再循環させるエゼクタに係り、特に、燃料の流量を変化させる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、固体高分子膜型燃料電池は、固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタック（以下において燃料電池と呼ぶ）を備えており、アノードに燃料として水素が供給され、カソードに酸化剤として空気が供給されて、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動して、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するようになっている。ここで、固体分子電解質膜のイオン導電性を保つために、燃料電池に供給される水素には加湿装置等によって過剰の水が混合されている。このため、燃料電池の電極内のガス流路に水が溜まって、このガス流路が塞がれることがないように、排出燃料には所定の排出流量が設定されている。この際、排出燃料を、新たに燃料電池に導入される燃料に混合して再循環させることで、燃料を有効に活用することができ、固体高分子膜型燃料電池のエネルギー効率を向上させることができる。

【0003】 従来、上述したような燃料電池装置として、例えば特開平 9-213353 号公報に開示された燃料電池装置のように、エゼクタによって排出燃料を再循環させる燃料電池装置が知られている。ここで、エゼクタは、テーパ状の内周面を有するディフューザの基端開口に副流室を接続し、ディフューザと同軸に配置されたノズルの先端部を、副流室内に突き出してディフューザの基端開口に臨ませて構成されている。エゼクタに供給される燃料は、ノズルの先端部からディフューザの基端開口に向かって噴射されており、この高速の燃料流に引き込まれるようにして副流室内に導入された排出燃料がディフューザへ連行される。

【0004】 この燃料電池装置では、排出燃料の再循環用の流路に圧力計が組み込まれており、この圧力計による検出結果に基づいて、エゼクタの燃料供給弁の開度が調節制御され、エゼクタにより混合された排出燃料及び新たに導入された燃料の流量が変化させられている。そして、エゼクタの下流に設けられた流量計による検出結果に基づいて、排出燃料及び新たに導入された燃料の流量に対するフィードバック制御が行われることで、燃料電池にて消費される燃料の量、つまり燃料電池装置の出力が制御されている。

10

20

30

40

50

【0005】また、例えば特開平8-338398号公報に開示された可変流量エゼクタは、ノズル内部に軸線方向に変位可能なロッドが内蔵されており、このロッドを別途に設けたアクチュエータによって軸線方向に変位させることでノズル先端の開口面積を変更することができるようにされている。この可変流量エゼクタによれば、ノズル先端の開口面積を変更することで、ストイキ値、つまりノズルから噴出される燃料流量 Q_a に対するディフューザから流出する燃料流量 Q_t の比(Q_t/Q_a)であって、エゼクタの副流室からディフューザに吸引される燃料流量に対する吸引効率の大きさを示す指標値を可変とすることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術の一例による燃料電池装置のように、例えば可変オリフィス等によって流量可変とされたエゼクタを備えた場合、例えば燃料電池装置内の複数箇所の流路で燃料の圧力及び流量を検出してフィードバック制御を行う必要があり、燃料電池装置の構造及び制御が複雑化してしまうという問題がある。さらに、上記従来技術の一例による可変流量エゼクタのように、適宜のアクチュエータによって流量を可変とする機構においては、燃料電池の燃料極と空気極との間で必要とされる所定の極間差圧を制御するために、高分解能での制御が必要とされており、アクチュエータの精度を向上することで費用が嵩んだり、アクチュエータが大型化してしまうという問題が生じる。本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、電気的な制御を必要としない単純な構成でありながら、所望の高精度の圧力流量制御が可能な可変流量エゼクタを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決して係る目的を達成するために、請求項1に記載の本発明の可変流量エゼクタは、筐体（例えば、後述する実施の形態における筐体10a）と、先端と基端とにそれぞれ開口部を有し該先端の開口部から第1流体を噴射するノズル（例えば、後述する実施の形態におけるノズル32）と、該ノズルの中心軸線と同軸に設けられ、前記ノズルから噴射される前記第1流体の周囲に発生する負圧によって第2流体を吸引し、前記第1流体に合流させて送出するディフューザ（例えば、後述する実施の形態におけるディフューザ31）と、前記ノズルの内部に前記中心軸線と同軸に挿入され、前記中心軸線に沿って変位可能に配置されたニードル（例えば、後述する実施の形態におけるニードル33）と、該筐体に周囲を係止されて前記ノズルの基端の開口部を閉塞すると共に、前記ニードルに接続されて前記中心軸線に沿った方向に移動可能とされた第1ダイアフラム（例えば、後述する実施の形態における第1ダイアフラム35）と、前記第1ダイアフラムから離間して配置されて前記筐体に周囲を係止され

ると共に、前記ニードルに接続されて前記中心軸線に沿った方向に移動可能とされた第2ダイアフラム（例えば、後述する実施の形態における第2ダイアフラム36）と、前記第1及び第2ダイアフラムと前記筐体とによって形成され、前記第1ダイアフラムを介して、前記第1流体が供給される前記ノズルの内部と隣接して配置され、内部に第3流体が供給される第3流体室（例えば、後述する実施の形態における空気極圧導入室54）と、第2ダイアフラムと前記筐体とによって形成され、前記第2ダイアフラムを介して、前記第3流体が供給される第3流体室と隣接して配置され、内部に第4流体が供給される第4流体室（例えば、後述する実施の形態における燃料極圧導入室56）とを備え、前記ニードルは、前記第1流体および前記第3流体および前記第4流体の圧力に応じて移動する前記第1および第2ダイアフラムによって、前記中心軸線に沿った方向に変位することで、前記先端の開口部と前記ニードルとの間の間隙の面積を変更することを特徴としている。

【0008】上記構成の可変流量エゼクタによれば、ノズルの内部に供給された第1流体はノズル先端の開口部から噴出される。ここで、ノズルの内部には中心軸線方向に変位可能なニードルが挿入されており、このニードルの位置を調整することによって、例えばニードルをノズル先端の開口部から突出させる等によって、ノズル先端の開口部とニードルとの間の間隙の面積を変更することができ、この間隙から噴出される第1流体の流量を調整することができる。ニードルには、中心軸線方向に移動可能な2枚の第1および第2ダイアフラムが接続されており、これらの第1および第2ダイアフラムが移動することによってニードルの変位位置が変更される。

【0009】ここで、第1ダイアフラムはノズルの内部と第3流体室とを隔てており、ノズルの内部に供給される第1流体の圧力と、第3流体室に供給される第3流体の圧力とのバランスによって移動する。また、第2ダイアフラムは第3流体室と第4流体室とを隔てており第3流体室に供給される第3流体の圧力と、第4流体室に供給される第4流体の圧力とのバランスによって移動する。これにより、ディフューザから送出される第1流体と第2流体との混合流体の流量を、第1流体及び第3流体及び第4流体の圧力バランスに基づく機械的な制御のみで適切に調整することができる。これにより、例えば電気的なアクチュエータ等を用いて高分解能かつ高精度の流量制御を行う場合に比べて、より単純な構成でありながら、所望の信頼性の高い圧力流量制御を行うことができる。

【0010】また、請求項2に記載の本発明の燃料電池システムは、請求項1に記載の可変流量エゼクタを備えた燃料電池システムであって、前記第1流体は、燃料供給手段（例えば、後述する実施の形態における燃料供給側圧力制御部27）から燃料電池のアノードに向かい供

給される燃料であり、前記第 2 流体は、前記燃料電池から排出される排出燃料であることを特徴としている。

【0011】上記構成の燃料電池システムによれば、所定の排出流量によって燃料電池から排出される排出燃料を、新たに燃料電池に供給される燃料に混合して再循環させる際に、燃料電池に供給する燃料および排出燃料の混合流体の流量を、第 1 流体及び第 3 流体及び第 4 流体の圧力バランスに基づく機械的な制御のみで適切に調整することができる。これにより、例えば電気的なアクチュエータ等を用いて高分解能かつ高精度の流量制御を行う場合に比べて、より単純な構成でありながら、所望の信頼性の高い圧力流量制御を行うことができ、燃料電池システムの制御が複雑化することを防いで、システムを構築する際に要する費用を削減することができる。

【0012】さらに、請求項 3 に記載の本発明の燃料電池システムは、前記第 3 流体は、酸化剤供給手段（例えば、後述する実施の形態における酸化剤供給部 24）から前記燃料電池のカソードに供給される酸化剤であり、前記第 4 流体は、前記ディフューザから送出される前記第 1 流体および前記第 2 流体の混合流体であることを特徴としている。

【0013】上記構成の燃料電池システムによれば、第 1 ダイアフラムには燃料電池に供給される酸化剤と、燃料供給手段から供給される燃料との圧力差となり、第 2 ダイアフラムに作用する第 3 流体と第 4 流体との圧力差は燃料電池の極間差圧となる。これにより、例えば燃料電池で消費される燃料の量が変化（例えば、減少）して、燃料電池の極間差圧が変化（例えば、増大）した場合であっても、第 1 及び第 2 ダイアフラムに作用する圧力差の変化に伴って、第 1 及び第 2 ダイアフラムが移動して、ノズルの内部におけるニードルの変位位置が変更されることで、可変流量エゼクタから送出される燃料と排出燃料との混合流体の流量が適切な値に変更される。これにより、例えば電気的なアクチュエータ等を用いて高分解能かつ高精度の流量制御を行う場合に比べて、より単純な構成でありながら、燃料電池に必要なとされる所望の極間差圧を保持しつつ信頼性の高い流量制御を行うことができる。

【0014】さらに、請求項 4 に記載の本発明の燃料電池システムは、前記燃料供給手段は、前記酸化剤の圧力値に所定値を加算して得られる圧力値によって前記燃料を供給しており、前記第 1 ダイアフラムと前記第 2 ダイアフラムとの面積比は、前記所定値と、前記燃料電池の前記アノードと前記カソードとの間の極間差圧の値とに基づいて設定されることを特徴としている。

【0015】上記構成の燃料電池システムによれば、燃料電池の極間差圧と、燃料供給手段における酸化剤の圧力に応じた燃料の供給圧とに基づいて、先ず、圧力を受けていない状態で第 1 及び第 2 ダイアフラムのそれぞれにおいて圧力の釣合状態となる面積比を設定することが

できる。この後、圧力を加え、燃料電池の極間差圧の変化等が発生した場合には、この釣合状態から第 1 及び第 2 ダイアフラムが移動することで中心軸線方向におけるニードルの変位位置が変更され、燃料電池に供給される燃料および排出燃料の流量が自動的に適切な値に設定される。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態に係る可変流量エゼクタについて添付図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の一実施形態に係る可変流量エゼクタ 10 を備えた燃料電池システム 20 の構成図であり、図 2 は本発明の一実施形態に係る可変流量エゼクタ 10 の側断面図である。本実施の形態による可変流量エゼクタ 10 は、例えば電気自動車等の車両に搭載された燃料電池システム 20 に備えられており、この燃料電池システム 20 は、可変流量エゼクタ 10 と、燃料電池 21 と、燃料供給部 22 と、加湿部 23 と、酸化剤供給部 24 と、熱交換部 25 と、水分離部 26 と、燃料供給側圧力制御部 27 とを備えて構成されている。

【0017】燃料電池 21 は、例えば固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタックからなり、燃料として例えば水素が供給される燃料極と、酸化剤として例えば酸素を含む空気が供給される空気極とを備えている。

【0018】空気極には、酸化剤供給部 24 から空気が供給される空気供給口 21a と、空気極内の空気等を外部に排出するための空気排出弁 28 が設けられた空気排出口 21b が設けられている。一方、燃料極には、水素が供給される燃料供給口 21c と、燃料極内の水素等を外部に排出するための燃料排出口 21d が設けられている。

【0019】加湿部 23 は、燃料供給部 22 から供給される燃料に水蒸気を混合して水素を加湿してから燃料電池 21 へと供給すると共に、酸化剤供給部 24 から供給される酸化剤（例えば空気）に水蒸気を混合して空気を加湿してから燃料電池 21 へと供給し、固体分子電解質膜のイオン導電性を確保している。酸化剤供給部 24 は、例えばエアーコンプレッサーからなり、燃料電池 21 の負荷やアクセルペダル（図示略）からの入力信号等に応じて制御されており、熱交換部 25 を介して、燃料電池 21 の空気極に空気を供給するとともに、燃料供給側圧力制御部 27 での信号圧として、さらに、後述するように可変流量エゼクタ 10 の圧力制御用として、空気を供給している。熱交換部 25 は、酸化剤供給部 24 からの空気を所定の温度に加熱して、燃料電池 21 へと供給している。

【0020】燃料としての水素は、順次、燃料供給側圧力制御部 27、可変流量エゼクタ 10、加湿部 23 を介

して燃料供給口 21c から燃料電池 21 の燃料極に供給される。さらに、燃料電池 21 の燃料排出口 21d から排出された排出燃料は、水分離部 16 で水分を除去され、逆止弁 29 を通じて可変流量エゼクタ 10 へと導入されており、後述するように、燃料供給側圧力制御部 27 から供給された燃料と、燃料電池 21 から排出された排出燃料とが混合されて燃料電池 21 に供給されている。

【0021】燃料供給側圧力制御部 27 は、例えば空気式の比例圧力制御弁からなり、酸化剤供給部 24 から供給される空気の圧力を信号圧として、燃料供給側圧力制御部 27 を通過した燃料が燃料供給側圧力制御部 27 の出口で有する圧力、つまり供給圧を所定の値に設定している。

【0022】本実施の形態による可変流量エゼクタ 10 は、燃料電池 21 の空気極側における空気の圧力 P_{air} と、燃料電池 21 の燃料極側における燃料の圧力 P_{fuel} とに基づいて、燃料電池 21 へ供給する燃料の流量を制御するものであって、例えば図 2 に示すように、ディフューザ 31 と、ノズル 32 と、ニードル 33 と、ニードル保持ガイド 34 と、第 1 ダイアフラム 35 と、第 2 ダイアフラム 36 とを備えて構成されている。

【0023】ディフューザ 31 は、下流側（図 2 における右方向側）に位置する第 1 ブロック 41 と上流側（図 2 における左方向側）に位置する第 2 ブロック 42 とを同一軸線上に連結してなり、第 1 ブロック 41 には軸線方向に貫通する流体通路 43 が形成されている。流体通路 43 は、その途中に内径が最小となるスロート部 44 を有し、このスロート部 44 よりも上流側には下流方向に進むにしたがって漸次連続的に縮径する内周面を有する絞り部 45 が設けられ、スロート部 44 よりも下流側には下流方向に進むにしたがって漸次連続的に拡張する内周面を有する拡張部 46 が設けられている。ここで、拡張部 46 の拡張角度は上流側の絞り部 45 の拡張角度よりも小さくされている。

【0024】第 2 ブロック 42 には軸線方向に設けられた穴部 47 が設けられており、この穴部 47 の下流端が第 1 ブロック 41 の絞り部 45 に連通している。一方、穴部 47 の上流端には、上流側端面 47A からディフューザ 31 と同軸に突出するようにしてノズル 32 が固定されている。なお、ノズル 32 よりも下流側であって、第 1 ブロック 41 の絞り部 45 と第 2 ブロック 42 の穴部 47 とによって構成される空間は復流室 48 とされており、第 2 ブロック 42 には復流室 48 に燃料電池 21 から排出される排出燃料を導入するための復流導入管 49 が接続されている。

【0025】ノズル 32 の内部には軸線方向に沿って延びる流体通路 51 が形成されている。流体通路 51 の壁面をなすノズル 32 の内周面 32A は、ノズル 32 の先端部において、先端側（流体通路 51 の下流側）に向か

い漸次連続的に縮径するように形成されている。流体通路 51 の下流端はノズル 32 の先端面 32B で開口する開口部 52 に連なっており、流体通路 51 の上流端は第 1 ダイアフラム 35 によって閉塞されている。流体通路 51 には、燃料供給部 22 から燃料供給側圧力制御部 27 を介して供給される燃料を導入するための燃料供給管 53 が接続されている。

【0026】ノズル 32 の内部には、ノズル 32 と同軸にニードル 33 が挿入されており、ニードル 33 はニードル保持ガイド 34 によってノズル 32 と同軸の軸線方向に対して摺動可能に保持されている。ここで、ニードル 33 の外周面 33A は、ニードル 33 の先端部において、先端側に向かい漸次連続的に縮径するように形成されている。すなわち、ノズル 32 の内部にてニードル 33 が軸線方向に摺動することで、ノズル 32 の開口部 52 から突出するニードル 33 の先端部の突出量が変更せられる。これに伴い、ノズル 32 の内周面 32A とニードル 33 の外周面 33A との間隙の開口面積が変更せられ、ノズル 32 の開口部 52 から副流室 48 内に噴射される燃料の流量が調整可能とされている。

【0027】なお、ニードル 33 を軸線方向に対して摺動可能に保持するニードル保持ガイド 34 は、例えば流体の流通が可能な適宜の貫通孔を有する円環板状に形成されており、軸線方向に貫通するニードル挿入孔 34a にニードル 33 が挿入されている。ここで、ニードル 33 がニードル挿入孔 34a に挿入された状態で固定されて、ニードル保持ガイド 34 の外周面がノズル 32 の内周面 32A に当接した状態で摺動可能とされても良いし、あるいは、ニードル保持ガイド 34 の外周面がノズル 32 の内周面 32A に当接した状態で固定されて、ニードル挿入孔 34a に対してニードル 33 が摺動可能とされても良い。

【0028】ニードル 33 の基端部には、ノズル 32 内部の流体通路 51 の上流端を閉塞する第 1 ダイアフラム 35 と、第 1 ダイアフラム 35 に対して軸線方向の下流側に所定距離だけ離間して配置された第 2 ダイアフラム 36 とが接続固定されている。さらに、第 1 および第 2 ダイアフラム 35、36 は可変流量エゼクタ 10 の筐体 10a によってその周囲を固定されていると共に、第 1 および第 2 ダイアフラム 35、36 の略中央部分が、図 2 に示す軸線方向に移動することを可能とし、一方、軸線と直交する方向へ移動することを抑制するコンボリウム 35a、36a が弾性変形可能に設けられており、第 1 および第 2 ダイアフラム 35、36 の移動によって、ニードル 33 が軸線方向に変位するようにされている。そして、軸線方向において第 1 ダイアフラム 35 を介してノズル 32 内部の流体通路 51 と隣接するようにして、第 1 ダイアフラム 35 と第 2 ダイアフラム 36 と筐体 10a とによって空気極圧導入室 54 が形成され、この空気極圧導入室 54 には、燃料電池 21 の空気極側に

供給される空気を分岐して導入するための空気極圧導入管 55 が接続されている。

【0029】ここで、下記数式(1)に示すように、第1ダイアフラム35に作用する圧力 $\Delta P1$ は、燃料供給部22から燃料供給側圧力制御部27を介してノズル32内部の流体通路51に供給される燃料の圧力 P_a と、燃料電池21の空気極側における空気の圧力 P_{air} との差圧として表される。

【0030】

$$\text{【数1】} \quad \Delta P1 = P_a - P_{air} \quad \cdots (1)$$

【0031】さらに、軸線方向において第2ダイアフラム36を介して空気極圧導入室54と隣接するようにして、第2ダイアフラム36と筐体10aとによって燃料極圧導入室56が形成され、この燃料極圧導入室56には、燃料電池21の燃料極側に供給される燃料を分岐して導入するための燃料極圧導入管57が接続されている。ここで、下記数式(2)に示すように、第2ダイアフラム36に作用する圧力 $\Delta P2$ は、燃料電池21の空気極側における空気の圧力 P_{air} との差圧と、燃料電池21の燃料極側における燃料の圧力 P_{fuel} との差圧、つまり燃料電池21の極間差圧として表される。なお、燃料極圧導入管57の一端は燃料極圧導入室56に接続され、他端は例えばディフューザ31の下流端近傍に接続されている。

【0032】

$$\text{【数2】} \quad \Delta P2 = P_{fuel} - P_{air} \quad \cdots (2)$$

【0033】本実施の形態による可変流量エゼクタ10を備えた燃料電池システム20は上記の構成を備えている。次に、この可変流量エゼクタ10の動作について添付図面を参照しながら説明する。図3および図4は燃料電池21の極間差圧の変化に伴う可変流量エゼクタ10の流量変化を示す要部簡略図であり、特に、図4は燃料電池21の極間差圧が増大した場合におけるニードル33の変位を示す図である。この可変流量エゼクタ10では、復流導入管49から燃料電池21の排出燃料を供給し、燃料供給管53からノズル32内部の流体通路51に燃料を供給する。すると、ノズル32の開口部52つまりノズル32とニードル33との間隙から、ディフューザ31の流体通路43に向かって燃料が噴射される。このとき、高速の燃料流が流通するディフューザ31のスロット部44の近傍において負圧が発生し、この負圧によって復流室48内の燃料復流が流体通路38に吸い込まれ、ノズル32から噴射された燃料と混合してディフューザ31の下流端から排出される。これにより、燃料電池11から排出された排出燃料は可変流量エゼクタ10を介して循環させられている。

【0034】このとき、燃料供給側圧力制御部27において、信号圧として供給される空気の圧力 P_{air} に対し

て、可変流量エゼクタ10に供給される燃料の圧力 P_a を、例えば $P_a = P_{air} + 200 \text{ kPa}$ に設定すると、第1ダイアフラム35に作用する圧力 $\Delta P1$ は、 $\Delta P1 = 200 \text{ kPa}$ となる。さらに、燃料電池21の極間差圧を所定圧、例えば 20 kPa とすれば、第2ダイアフラム36に作用する圧力 $\Delta P2$ は、 $\Delta P2 = 20 \text{ kPa}$ となる。従って、上記設定においては、常に、 $\Delta P1 : \Delta P2 = 10 : 1$ の関係が成立している。

【0035】ここで、例えば図3に示すように、弾性変形してない状態での第1ダイアフラム35の面積 $S1$ を、弾性変形してない状態での第2ダイアフラム36の面積 $S2$ の10倍（つまり、 $S2 = 10 \times S1$ ）に設定しておくことで、自動的に燃料電池21の極間差圧を所定圧である 20 kPa に維持することができる。すなわち、例えば図4に示すように、燃料電池21で消費される燃料の量が減少して発電量が低下した場合には、燃料電池21の極間差圧が増大する。すると、第2ダイアフラム36に作用する圧力 $\Delta P2$ が増大して、第2ダイアフラムおよび第1ダイアフラムの各コンボリウム36a、35aが軸線方向に弾性変形して第1ダイアフラム35および第2ダイアフラム36が移動する。

【0036】これにより、第2ダイアフラム36および第1ダイアフラム35に固定されたニードル33が軸線方向（例えば、下流側に向かい）に変位して、ノズル32の開口部52から突出するニードル33の先端部の突出量が増加（例えば、増加）させられる。これに伴い、ノズル32の内周面32Aとニードル33の外周面33Aとの間隙の開口面積が増加（例えば、減少）させられ、ノズル32の開口部52から副流室48内に噴射される燃料の流量が調整（例えば、減少）させられる。すると、燃料電池21の燃料極側における燃料の圧力 P_{fuel} が減少して、第1ダイアフラム35に作用する圧力 $\Delta P1$ と、第2ダイアフラム36に作用する圧力 $\Delta P2$ とが釣り合った適宜の位置でニードル33が保持されるようになる。

【0037】上述したように、本実施の形態による可変流量エゼクタ10によれば、燃料電池21の空気極（カソード）側における空気の圧力 P_{air} と、燃料電池21の燃料極（アノード）側における燃料の圧力 P_{fuel} とに基づいて、燃料電池21へ供給する燃料の流量を制御するだけの単純な構成で、燃料電池21の燃料極と空気極との間で必要とされる所定の極間差圧を高精度に制御しながら、これと同時に、ストイキ特性を制御することができ、電気的な制御を必要とせずに予め設定した機械的な制御のみで、燃料電池21へ供給する燃料の流量を適切に制御することができ、燃料電池システム20が複雑化することを防いで、信頼性の高いシステムの構築に要する費用の削減に資することが可能となる。

【0038】なお、本実施の形態においては、第1ダイアフラム35に作用する圧力 $\Delta P1$ と、第2ダイアフラ

ム 36 に作用する圧力 $\Delta P 2$ との圧力比を所定値、つまり $\Delta P 1 : \Delta P 2 = 10 : 1$ としたが、例えば第 1 ダイアフラム 35 および第 2 ダイアフラム 36 の面積比を変更したり、例えば比例圧力制御弁等をなす燃料供給側圧力制御部 27 の設定を変更することで、適宜の圧力比に変更可能である。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 に記載の本発明の可変流量エゼクタによれば、ディフューザから送出される第 1 流体と第 2 流体との混合流体の流量を、第 1 流体及び第 3 流体及び第 4 流体の圧力バランスに基づく機械的な制御のみで適切に調整することができる。これにより、例えば電気的なアクチュエータ等を用いて高分解能かつ高精度の流量制御を行う場合に比べて、より単純な構成でありながら、所望の信頼性の高い圧力流量制御を行うことができる。

【0040】また、請求項 2 に記載の本発明の燃料電池システムによれば、所定の排出流量によって燃料電池から排出される排出燃料を、新たに燃料電池に供給される燃料に混合して再循環させる際に、燃料電池に供給する燃料および排出燃料の混合流体の流量を、第 1 流体及び第 3 流体及び第 4 流体の圧力バランスに基づく機械的な制御のみで適切に調整することができる。これにより、例えば電気的なアクチュエータ等を用いて高分解能かつ高精度の流量制御を行う場合に比べて、より単純な構成でありながら、所望の信頼性の高い圧力流量制御を行うことができ、燃料電池システムの制御が複雑化することを防いで、システムを構築する際に要する費用を削減することができる。

【0041】さらに、請求項 3 に記載の本発明の燃料電池システムによれば、例えば電気的なアクチュエータ等を用いて高分解能かつ高精度の流量制御を行う場合に比べて、より単純な構成でありながら、燃料電池に必要なとされる所望の極間差圧を保持しつつ信頼性の高い流量制

御を行うことができる。さらに、請求項 4 に記載の本発明の燃料電池システムによれば、燃料電池の極間差圧と、燃料供給手段における酸化剤の圧力に応じた燃料の供給圧とに基づいて、弾性変形していない第 1 及び第 2 ダイアフラムのそれぞれにおいて圧力の釣合状態となる面積比を設定することができる。燃料電池の極間差圧の変化等が発生した場合には、この釣合状態から第 1 及び第 2 ダイアフラムが移動することで中心軸線方向におけるニードルの変位位置が変更され、燃料電池に供給される燃料および排出燃料の流量が自動的に適切な値に設定される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係る可変流量エゼクタを備えた燃料電池システムの構成図である。

【図 2】 本発明の一実施形態に係る可変流量エゼクタの側断面図である。

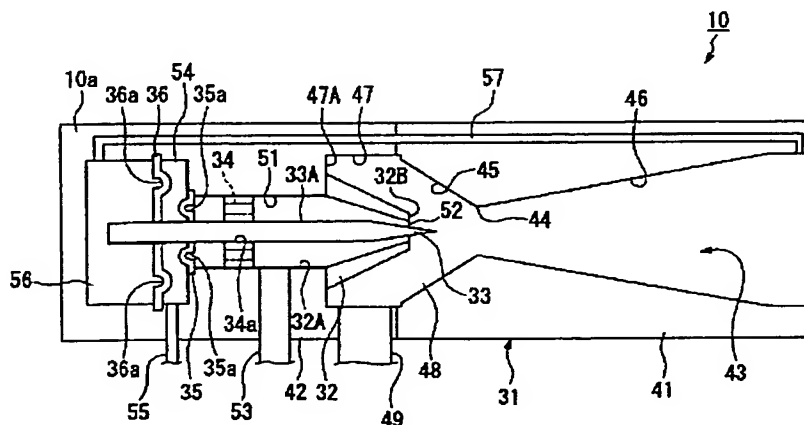
【図 3】 燃料電池の極間差圧の変化に伴う可変流量エゼクタの流量変化を示す要部簡略図である。

【図 4】 燃料電池の極間差圧の変化に伴う可変流量エゼクタの流量変化を示す要部簡略図である。

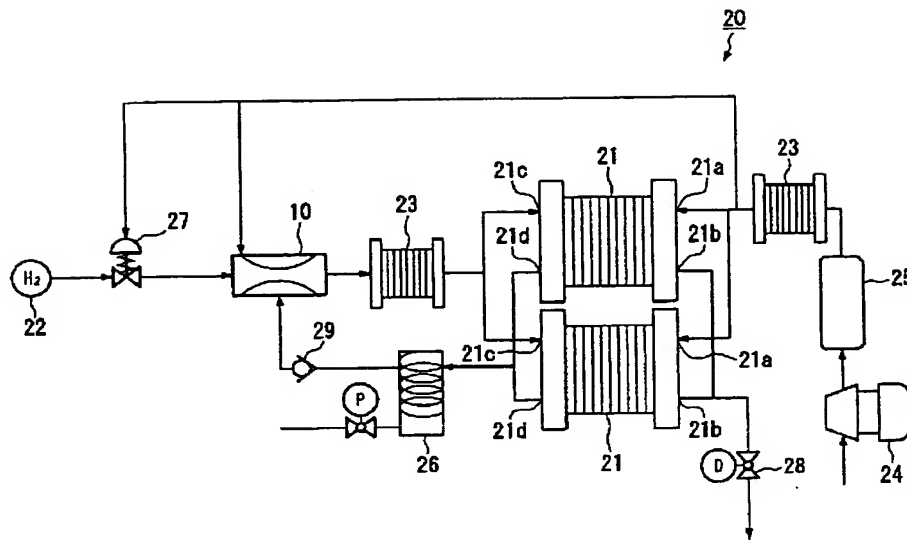
【符号の説明】

- 10 可変流量エゼクタ
- 10a 筐体
- 20 燃料電池システム
- 24 酸化剤供給部（酸化剤供給手段）
- 27 燃料供給側圧力制御部（燃料供給手段）
- 31 ディフューザ
- 32 ノズル
- 33 ニードル
- 35 第 1 ダイアフラム
- 36 第 2 ダイアフラム
- 54 空気極圧導入室（第 3 流体室）
- 56 燃料極圧導入室（第 4 流体室）

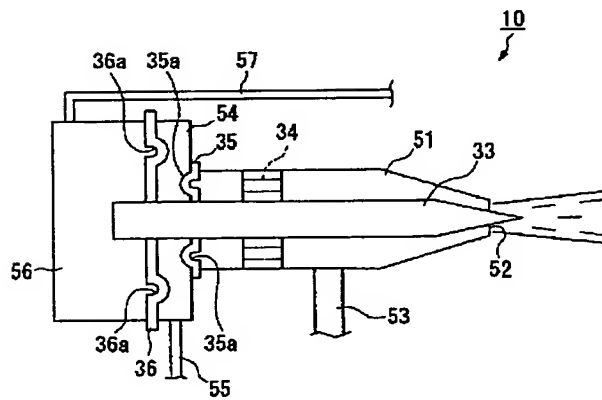
【図 2】



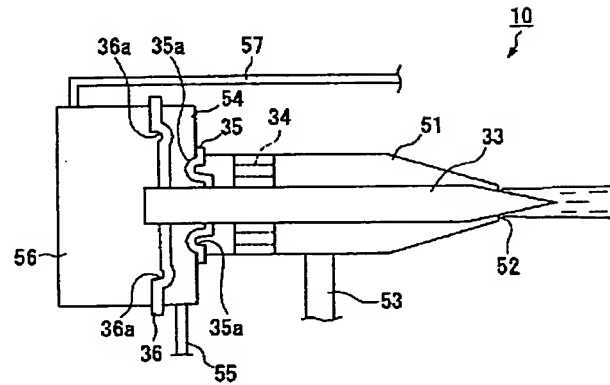
【図 1】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 縫谷 芳雄
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会
社本田技術研究所内

F ターム(参考) 3H079 AA18 AA23 BB05 CC12 CC21
DD03 DD52
5H026 AA06
5H027 AA06 BA13 BA19 BC19 MM03
MM08